

# SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA PARA LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Ángel Vázquez-Alonso  
*Universidad de las Islas Baleares*  
angel.vazquez@uib.es

Adriana María Rodríguez Cruz  
*Universidad del Tolima*  
adrianarodry@ut.co

## MARCO TEÓRICO

Naturaleza de Ciencia y Tecnología (NdCyT) es un concepto complejo, que refiere una gran variedad de asuntos epistemológicos, históricos, sociológicos y psicológicos (Vázquez et al., 2007). La importancia educativa de NdCyT surge del valor de la CyT en el mundo actual, de las necesidades de una sociedad con un mayor desarrollo científico y tecnológico y de ser un componente esencial de la alfabetización en CyT, para que los ciudadanos tomen decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable transcendencia social; estas razones justifican la presencia de NdCyT en el currículo escolar (Rudolph, 2000).

Las reformas educativas han incorporado temas de NdCyT en los currículos de CyT (McComas, Clough y Almazroa, 1998). En Colombia, la competencia científica definida por los lineamientos de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad del Tolima, espera la formación de un profesional que comprende las características de la NdCyT actual; domina contenidos y asuntos socio-científicos y tecno-científicos de interés; planifica, organiza y presenta la CyT más accesible a los estudiantes; incluye procedimientos de indagación científica, promueve la argumentación dialógica y reflexiona sobre su práctica para producir saber pedagógico y didáctico.

Diversas investigaciones informan que NdCyT potencia una educación científica de calidad para todos - formar ciudadanos críticos, autónomos, tolerantes que puedan dar sentido a los problemas socio científico y participar en el proceso de toma de decisiones- (Khishfe, 2008; Matkins y Bell, 2007; Morrison et al., 2009). Además, la comprensión de NdCyT es una necesidad, a la vez que un aspecto valioso y útil para la formación del profesorado en ciencias (Adúriz-Bravo, 2006). Por ello, debería ser prioritario intensificar la formación del profesorado, elaborar recursos y materiales didácticos y contrastar su validez en el aula (Bennassar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010).

En el marco de la verificación de la eficacia de los métodos de enseñanza-aprendizaje sobre NdCyT, investigaciones recientes en diferentes contextos, convergen en señalar que la enseñanza explícita-

---

reflexiva es más eficaz que los métodos implícitos para mejorar la comprensión sobre NdCyT (Akerson, Hanson, y Cullen, 2007). El enfoque de enseñanza explícita-reflexiva requiere que los aspectos de NdCyT (objetivos, contenidos y evaluación) se deben planificar y abordar de manera intencional a través de secuencias de enseñanza aprendizaje SEA (Buty, Tiberghien y Le Maréchal, 2004). La perspectiva meta-teórica contribuye que el contenido de NdCyT sea evidente en la actividad práctica (procesos de reflexión) sobre el contenido y los métodos de la CyT (Acevedo, 2009; Adúriz-Bravo, 2006; Matkins y Bell, 2007).

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) en los Lineamientos Curriculares (1998) y en los Estándares de competencias (2006), recomienda que se fomente en la educación en ciencias del país la capacidad de explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluarlos y compartir los resultados. La SEA sobre la Observación en la Ciencia es coherente con las necesidades de formación del profesorado de ciencias, en la medida que permite desarrollar esas competencias a través de la mejora de su comprensión de la observación.

El objetivo de esta comunicación es describir los procesos desarrollados por el docente que implementa una SEA sobre la observación en la ciencia, para mejorar la comprensión de profesores de ciencias en formación. La implementación de una SEA sobre «el papel de la observación en la construcción científica» es relevante, porque estudiantes y profesores presentan concepciones inductivistas, desconociendo que «la observación está cargada de teoría».

## **METODOLOGÍA**

La metodología de la aplicación de la SEA forma parte de un proyecto más amplio sobre enseñanza y aprendizaje de NdCyT (EANCYT), que desarrolla un diseño experimental pre-test /post-test con un grupo de control. Aplica un tratamiento al grupo experimental que consiste en la enseñanza de un rasgo de NdCyT por el profesor mediante la planificación y aplicación de una SEA y valora la efectividad del tratamiento. Los referentes para la construcción de los instrumentos son los aspectos del Cuestionario de Opiniones sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad «COCTS» (Vázquez, Manassero & Acevedo, 2006), y como contextos de referencia se toman las actividades prácticas de indagación, historia / filosofía de CyT, cuestiones tecno-científicas de interés social o contenidos curriculares de CyT impregnados con NdCyT.

En este caso, la enseñanza de NdCyT en la formación del profesorado de ciencias implementa la SEA «La observación en la ciencia». La secuencia se instala en la asignatura didáctica de las ciencias y se desarrolla durante el semestre B-2012, en un aula real de 20 estudiantes de último curso en la Universidad del Tolima que se forman para ser profesores de ciencias en la educación básica colombiana mediante una metodología explícita-reflexiva.

En el congreso se presentarán la planificación de la SEA sobre observación y los instrumentos de evaluación empleados para evaluar la eficacia del aprendizaje.

## **RESULTADOS**

La SEA «La observación en la ciencia» se centra en la observación como proceso científico determinante para realizar análisis e inferencias, confrontar evidencias y concluir en la ciencia. La transferencia de la SEA implicó un trabajo de apropiación de la misma por el docente, lo que demandó el análisis de los referentes curriculares de la educación colombiana (Ley General de Educación, 1994), referidos a la enseñanza de las ciencias (ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpre-

---

tación y solución de los problemas de la CyT y fomentar el interés y el desarrollo de actitudes hacia la práctica investigativa).

El esquema estructural de la SEA incluye actividades de indagación, debates en los que se promueve la argumentación dialógica sobre asuntos tecno-científicos controvertidos de interés social, diversas demostraciones y explicaciones, así como episodios históricos que sirven para ilustrar la NdCyT. La docente aplicó la estructura didáctica de siete fases denominada «ciclo de aprendizaje 7Es» (Eisenkraft, 2003) en el aula.

1. Elicitar: El propósito inicial es hacer emerger las concepciones previas y diagnosticar las necesidades de los estudiantes mediante el trabajo sobre las siguientes preguntas *¿Qué es observar?*, *¿En qué se diferencia observar de mirar?*, *¿Cuál es la diferencia entre sensación y percepción?*.
2. Envolver: Motivar e involucrar a los estudiantes, despertar su interés y curiosidad. Se trabaja sobre la reflexión del experimento que realizó Hertz en 1888 tratando de demostrar la teoría electromagnética de Maxwell.
3. Explicar: Comunicar y discutir conceptos, procedimientos y actitudes claves para ofrecer una explicación hacia la observación. Los estudiantes y profesores trabajan sobre narraciones acerca del funcionamiento del ojo humano, el concepto de sensación, percepción, visión, observación e inferencia. La reflexión se transfiere luego al análisis de figuras *Gestalt*, los profesores intentan dar respuestas al fenómeno de interacción (fondo- figura) para llegar a consensos sobre las dos imágenes contradictorias que se observan.
4. Explorar: Los estudiantes aplican sus aprendizajes a una nueva actividad. La actividad se llama Cuadrados Ocultos y tiene como propósito distinguir entre los datos que aportan los sentidos y lo que en verdad se percibe (ello implica: diseñar proyectos, desarrollar predicciones e hipótesis, tomar y analizar datos, discutir, sacar conclusiones y resolver problemas).
5. Elaborar: Pistas Misteriosas es una actividad que permite al profesorado de ciencias transferir y aplicar el aprendizaje a nuevos dominios.
6. Evaluar: lectura meta teórica del capítulo sobre la observación en la ciencia del libro «¿Qué es esa cosa llamada ciencia?» de Chalmers y a partir de la reflexión, se argumentan y discuten las ideas en relación al estatus de la observación.
7. Extender: A partir de las teorías de Ptolomeo, Pitágoras, Copérnico y Galileo, los estudiantes y profesores comparan teorías planteadas por los científicos mencionados a la luz de sus observaciones. Estas dos últimas actividades permitieron que los estudiantes transformaran algunas ideas y supuestos iniciales (p.e. *la ciencia comienza con la observación y ésta proporciona una base segura a partir de la cual se puede derivar el conocimiento*).

La implementación de la SEA permitió que, ante diferentes problemas que involucran observaciones, los estudiantes y profesores desarrollen competencias básicas para: determinar cómo los conocimientos previos, experiencias y teorías influyen en el proceso de observación; establecer diferencias entre percepción, observación e inferencia; evidenciar cómo a partir de un mismo objeto observado, las personas suelen dar diferentes respuestas a la misma pregunta y argumentar la importancia de los consensos teóricos en la observación científica.

## CONCLUSIONES

La aplicación de la SEA sobre la Observación en la ciencia propicia la reflexión sobre la carga teórica en las observaciones, ya al implementar una metodología de intervención no tradicional en el aula, se generó un cambio docente que estimuló en el profesor la creación de nuevos significados profesionales

y la satisfacción de lograr un aprendizaje atractivo para los estudiantes, reflejado en la motivación hacia la toma de decisiones por consenso y la argumentación, el aprendizaje autónomo, el trabajo compartido en equipo, la autorreflexión y el diálogo (Abd-el-Khalick y Akerson, 2009; Gess-Newsome, 2002; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2006).

La complejidad del proceso de enseñanza aprendizaje demanda del docente que aplica una SEA diversos procesos de reflexión que van desde la apropiación curricular hasta la adaptación al contexto. Así mismo, es importante que los profesores desarrollen procesos de apropiación de los materiales y las metodologías innovadores para la enseñanza de NdCyT en el aula.

Un aspecto relacionado con el cambio didáctico es que éstos realizan cambios en sus concepciones y prácticas docentes cuando son capaces de construir nuevos roles a través de la reflexión crítica (Níaz, 2006). En este sentido es interesante la relación entre la capacidad de metacognición que implica la SEA sobre NdCyT y el cambio didáctico del profesorado. La implementación de la SEA sobre observación potencia reflexión en y sobre la acción, toma de conciencia de los obstáculos para el cambio didáctico, discusión y argumentación en el aula para hacer más explícita la comprensión NdCyT. El cambio se rige por dinámicas internas, complejas, autónomas, y muy relacionadas con el contexto; su evolución y autorregulación, requiere mucho más tiempo y apoyos que la puesta en práctica superficial de orientaciones externas.

En el congreso se desarrollarán con más detalle estos procesos de cambio y autoregulación siguiendo los esquemas del concepto de conocimiento didáctico del contenido (CDC), mediante la Representación de Contenidos y los Repertorios de Experiencia Profesional y Pedagógica (Loughran, Berry y Mulhall 2012).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-el-Khalick, F. y Akerson, V. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers conceptions of nature of science. *Journal of Science Education*, 31, pp. 2161-2184.
- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques Explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), pp. 355-386.
- Adúriz-Bravo, A. (2006). La Epistemología en la Formación de Profesores de Ciencias, *Educación y Pedagogía XVIII*, 45, pp. 25-36.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L. y Cullen, T. A. (2007). Influence of guided inquiry and explicit instruction K6 teachers views nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), pp. 751-772.
- Bennassar, A., Vázquez, A., Manassero M. A., García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Buty, C., Tiberghien, A. y Le Maréchal J.F. (2004). Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences. *Journal of Science Education*, 26(5), pp. 579-604.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the model 5E. *The Science Teacher*, 70(6), pp. 57-59.
- Gess-Newsome, J. (2002). The use and impact of explicit instruction about the nature of science and science inquiry in an elementary science methods course. *Science & Education*, 11(1), pp. 55-67.
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), pp. 470-496.
- Loughran, J., Berry, A. y Mulhall, P. (Eds.) (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Matkins, J. J. y Bell, R. L. (2007). Awakening the scientist inside: global climate change and nature of science in science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), pp. 137-163.

- 
- McComas, W. F., Clough, M. P. y Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *Science & Education*, 7(6), pp. 511-532.
- Niaz, M. (2006). Facilitating Chemistry Teachers Understanding of Alternative Interpretations of Conceptual Change. *Interchange* 37, pp. 129-150.
- Rudolph, J. L. (2000). Reconsidering the «nature of science» as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 32(3), pp. 403-419.
- Vázquez, A., Manassero, M.A. & Acevedo, J.A. (2006). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society. *Science Education*, 90( 4), pp. 681-706.
- Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, J. A. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), pp. 202-225.